

**PROGETTO AUTOFITOVIV**  
Buone pratiche per l'autocontrollo e la  
gestione fitosanitaria sostenibile nel  
vivaismo ornamentale

**Gestione dei nematodi  
fitoparassiti in vivaio:  
monitoraggio,  
prevenzione e metodi  
di controllo  
ecosostenibili**

**Silvia Landi e Beatrice Carletti**





La difesa da nematodi fitoparassiti è sempre più difficile

- Molti prodotti sono stati eliminati
- Riduzione del 50% dei pesticidi entro il 2030
- Divieto di spostamento di Organismi Regolati non da Quarantena sulle piante da impianto attraverso le quali è trasmesso provenienti da vivaio

**Direttiva 91/414 CEE – Riduzione d'uso degli antiparassitari**

**Regolamento (UE) 2016/2031  
Misure di protezione contro gli organismi nocivi per le piante**

**Regolamento esecutivo  
2019/2072 della Commissione Europea**

**UE 2030 Biodiversity Strategy**

I nematodi galligeni appartenenti al genere *Meloidogyne*, caratterizzati da una elevata invasività e crescita esponenziale delle loro popolazioni, sono inclusi in questa categoria di organismi insieme a molte altre specie, tra cui quelle che sono potenziali vettori di virosi.



### Elenco degli Organismi Nocivi Regolamentati non da Quarantena rilevati per l'Unione Europea (Allegato IV Reg. UE 2072/2019)

Specie	Famiglia di appartenenza	Soglia permessa
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	Anguinidae	0
<i>Tylenchulus semipenetrans</i>	Tylenchulidae	0
<i>Aphelenchoides besseyi</i>	Aphelenchoidae	0
<i>Aphelenchoides blastophthorus</i>	Aphelenchoidae	0
<i>Aphelenchoides fragariae</i>	Aphelenchoidae	0
<i>Aphelenchoides ritzemabosi</i>	Aphelenchoidae	0
<i>Heterodera fici</i>	Heteroderidae	0
<i>Meloidogyne incognita</i>	Meloidogynidae	0
<i>Meloidogyne arenaria</i>	Meloidogynidae	0
<i>Meloidogyne javanica</i>	Meloidogynidae	0
<i>Meloidogyne hapla</i>	Meloidogynidae	0
<i>Pratylenchus penetrans</i>	Pratylenchidae	0
<i>Pratylenchus vulnus</i>	Pratylenchidae	0
<i>Longidorus attenuatus</i>	Longidoridae	0
<i>Longidorus elongatus</i>	Longidoridae	0
<i>Longidorus macrosoma</i>	Longidoridae	0
<i>Xiphinema index</i>	Longidoridae	0
<i>Xiphinema diversicaudatum</i>	Longidoridae	0



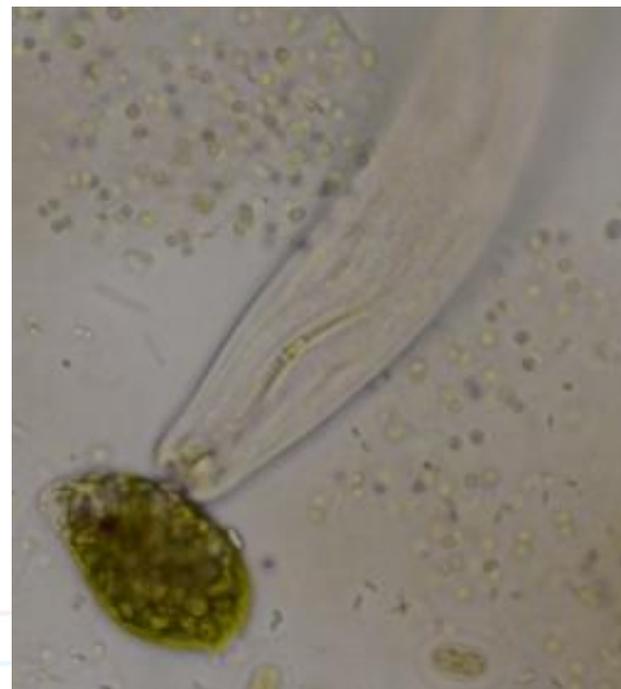
## I nematodi liberi

Al tempo stesso il suolo e i terricci, oltre ai fitoparassiti, ospitano anche molti nematodi liberi che invece svolgono un ruolo fondamentale nella regolazione delle popolazioni microbiche coinvolte nella mineralizzazione della sostanza organica e nel contenere l'incremento dei nematodi fitoparassiti ed è quindi necessario preservarli.

Regolazione popolazioni microbiche coinvolte nella mineralizzazione della sostanza organica



Contenimento dei nematodi fitoparassiti



Ad oggi, molti lavori sono stati prodotti per la messa a punto di metodi di controllo ecosostenibili contro i nematodi fitoparassiti su suolo quali l'uso della biofumigazione e in tempi più recenti la lotta biologica.

### ➤ **Sovescio con piante ad alto contenuto di glucosinolati**

Apporto di sostanza organica che stimola i nematodi liberi antagonisti ai fitoparassiti, e blando effetto biofumigante.

### ➤ **Biofumigazione**

Farine o pellets di semi di Brassicaceae quali *B. juncea* e *B. carinata*. Sono sottoprodotti dell'estrazione dell'olio, i cui semi sono molto ricchi in glucosinolati. Efficacia di soppressione dei nematodi fitoparassiti compresa tra il 70 e l'80% e apporto di sostanza organica del 6%.

### ➤ **Lotta biologica**

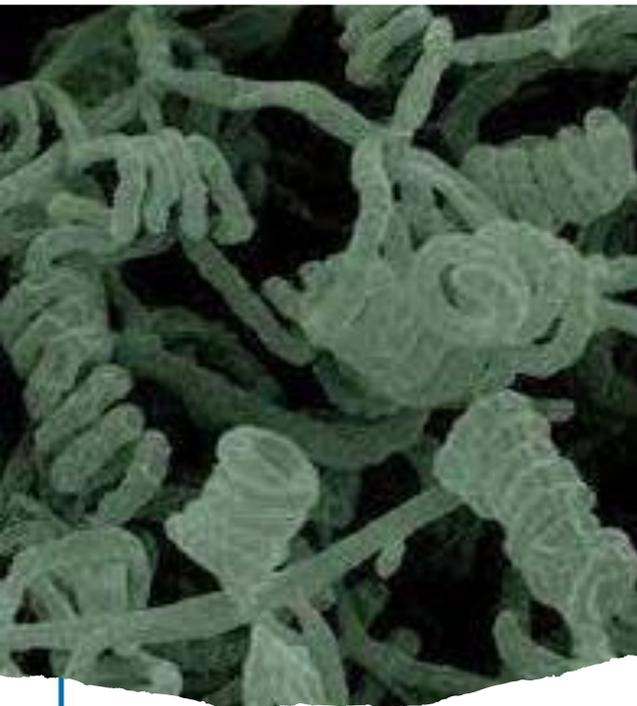
Disponibili *Bacillus firmus* ceppo I-1582, *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia*.



*Crotolaria juncea* – pianta trappola

*Brassica juncea* – pianta biofumigante

*Paecilomyces lilacinus*– fungo parassita



Poche sono le conoscenze di metodi ecosostenibili utilizzabili nella vasetteria.

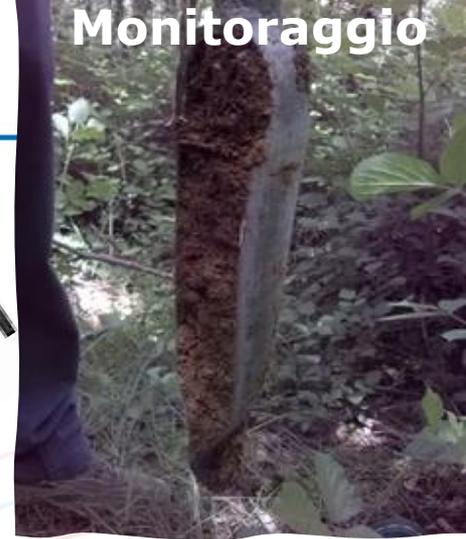


### **Prodotti di origine naturale presenti sul mercato**

- Abamectina - derivata dal batterio *Streptomyces avermitilis*
- Estratto d'aglio
- Azadiractina - estratta dall'albero di Neem

In questo progetto sono state studiate due strategie complementari tra loro basate, rispettivamente, sul:

- **monitoraggio** del suolo per prevenire l'introduzione di nematodi parassiti delle piante in vivaio
- lo sviluppo di efficaci **metodi di controllo** ecosostenibili.
- L'abbondanza e la struttura dei nematodi liberi sono state utilizzate come indicatori dell'impatto ambientale causato dai prodotti testati.





Il monitoraggio del suolo e dei terricci è stato condotto nei vivai di Innocenti e Mangoni e Vannucci dal 2020 al 2022

- Sono stati effettuati campionamenti dei terricci più utilizzati nel pistoiese quali torba-perlite (rapporto 75-25), torba-pomice (60-40) e fibra di cocco (70 midollo, 30 fibra) e sul pacciamante di latifoglie.
- Inoltre, sono stati campionati su piante di *Acer palmatum* e *Cupressocyparis leylandii* i suoli di coltivazione e i terricci nelle coltivazioni in vaso.



Su *Cupressocyparis leylandii* in vaso, una delle specie più coltivate nel pistoiese, sono stati testati tre prodotti di origine naturale:

- azadiractina,
- estratto d'aglio
- abamectina.

La loro efficacia è stata confrontata con fenamiphos, prodotto chimico solitamente utilizzato nel pistoiese, e un controllo trattato con solo acqua.

In totale sessanta piante sono state suddivise in cinque tesi, con tre repliche per ciascuna tesi.

I dosaggi utilizzati sono stati conformi a quanto riportato in etichetta per ciascun prodotto.

Il trattamento è stato effettuato il 2 luglio 2021 e ripetuto dopo 15 giorni per azadiractina, estratto d'aglio e abamectina.

		Media	Min	Max
<i>C. leylandii</i>	Esterna al vaso	22,2±0,35	2,2	55,5
	Interna	22,9±0,47	8,5	37,7

Campionamento pre-trattamento

**TRATTAMENTO**

**TRATTAMENTO  
SECONDA DOSE**

Campionamento post-trattamento

Campionamento post-trattamento

2 luglio

Fenamiphos  
Azadiractina  
Estratto d'aglio  
Abamectina  
Acqua

16 luglio

Azadiractina  
Estratto d'aglio  
Abamectina

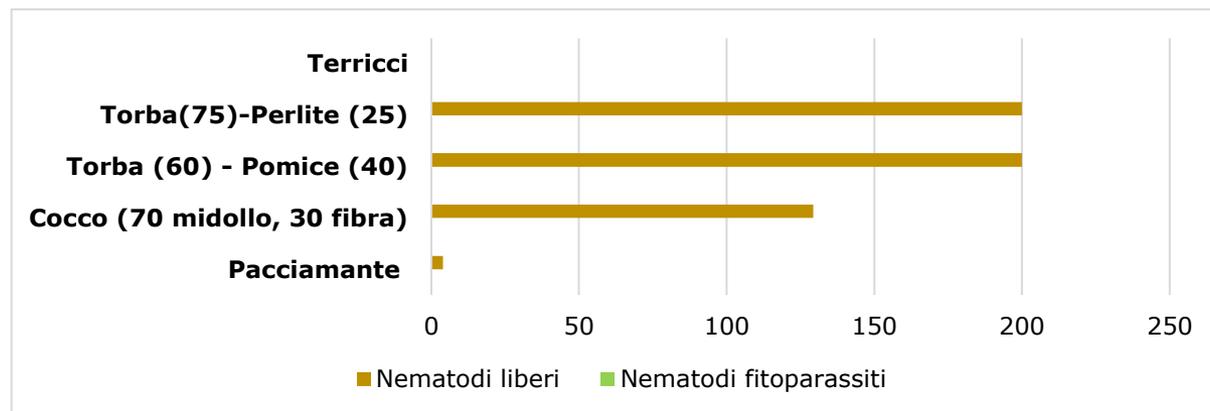
3 agosto

3 ottobre



- Sono stati prelevati tre campioni di suolo o terriccio, sia in presenza che in assenza della pianta, derivanti ciascuno dall'assemblaggio di tre diverse carote di suolo o terriccio. Ogni campione era costituito dall'assemblaggio di tre carote di terreno provenienti da quattro piante diverse.
- I nematodi sono stati isolati da 100 ml di ogni campione di suolo ed estratti con il metodo del filtro carta-lana.
- Tutti i dati sono stati sottoposti ad ANOVA e quando l'F-test era superiore a  $P < 0.05$  le medie dei trattamenti sono stati comparati usando il test di Student-Newman-Keuls. La percentuale di mortalità è stata calcolata come riportato da Schneider-Orelli.

- Nessun nematode fitoparassita è stato rilevato nelle tre tipologie di terriccio analizzate in assenza di pianta, invece l'abbondanza di nematodi liberi è stata alta.
- I terricci utilizzati nei vivai pistoiesi non hanno rappresentato un fattore di rischio di introduzione dei nematodi fitoparassiti.

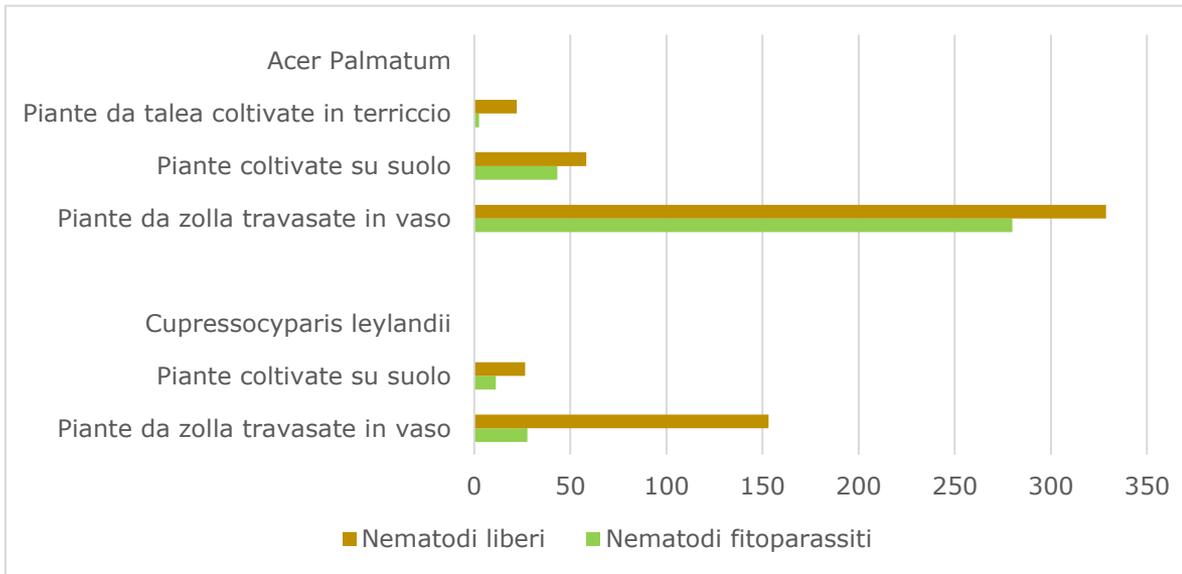


- I terricci sono risultati essere ricchi di nematodi liberi con una composizione tipica dei substrati organici quali il compost, caratterizzata principalmente da batteriofagi e fungivori, incrementando così la resilienza del suolo all'ingresso dei nematodi fitoparassiti.

### Famiglie di nematodi ritrovate nella valutazione di diverse tipologie di terricci utilizzati nei vivai del Pistoiese

TORBA PERLITE	TORBA POMICE	FIBRA DI COCCO	PACCIAMATURA
<b>Batteriofagi</b>	<b>Batteriofagi</b>	<b>Batteriofagi</b>	
Rhabditidae	Rhabditidae	Rhabditidae	
Cephalobidae	Cephalobidae	Cephalobidae	
<b>Fungivori</b>		<b>Fungivori</b>	<b>Fungivori</b>
Aphelenchoidae		Aphelenchoidae	Aphelenchoidae
Neotylenchidae		Neotylenchidae	Anguinidae
Anguinidae		Tylenchidae	
		<b>Omnivori</b>	
		Dorylaimidae	
		<b>Predatori</b>	
		Mononchidae	
		Seinuridae	

## Analisi dei terricci in presenza di piante



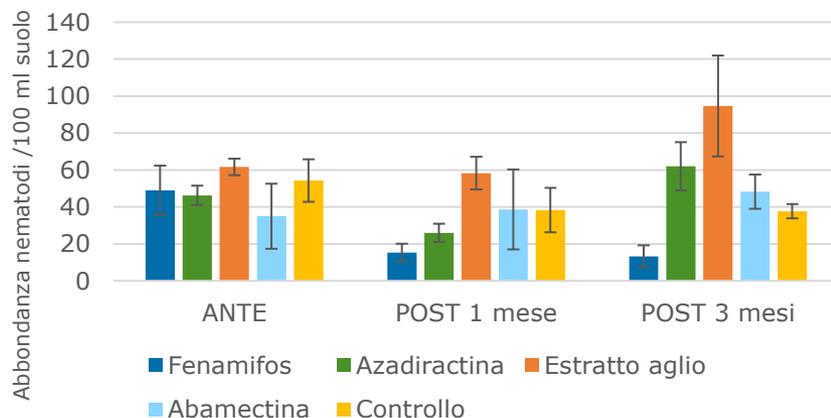
- Piante provenienti da talea e coltivate solo in vaso hanno mostrato una bassa infestazione, mentre l'incidenza dei nematodi fitoparassiti è risultata alta nelle piante coltivate su suolo e ancora di più, sebbene con alta variabilità, dopo il travaso delle zolle.
- *Pratylenchus* è risultato essere il genere dominante rappresentando oltre il 70% dell'intera popolazione di nematodi fitoparassiti su *C. leylandii*. A seguire, in termini di abbondanza, è stato rilevato il genere *Rotylenchus*, pochi, invece, i nematodi vettori di virosi rappresentati principalmente da *Trichodorus* sp. e *Xiphinema pachtaicum*.



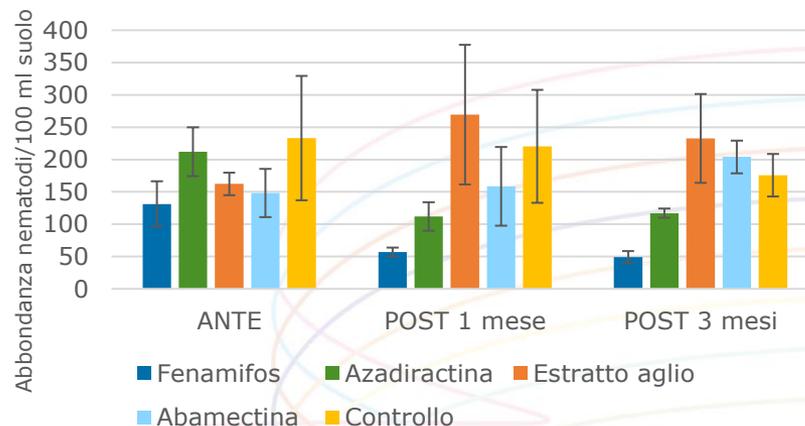
	Rischio	Note
<b>Terricci</b>	Basso	Nessun nematode fitoparassita rilevato, buona resilienza all'ingresso di nematodi fitoparassiti grazie all'alta presenza di quelli liberi.
<b>Piante coltivate sempre in contenitore con terricci</b>	Basso	Pochissimi nematodi fitoparassiti e buona resilienza al loro ingresso grazie all'alta presenza di quelli liberi.
<b>Piante coltivate su suolo</b>	Alto	Discreta presenza di nematodi fitoparassiti, i nematodi liberi non sufficienti a contenerli.
<b>Piante travasate da zolle provenienti da suolo</b>	Altissimo	Le condizioni chimico-fisiche ideali del terriccio possono favorire la crescita esponenziale dei nematodi fitoparassiti.

- Da questi risultati è stato possibile individuare il livello di rischio nelle varie fasi colturali su cui sono state costruite le linee guida per il campionamento.
- Partendo da materiali sani quali terricci e suoli possiamo impedire l'ingresso nel vivaio di specie nocive (metodo di controllo dell'esclusione, l'unico che può permettere l'efficacia del 100%)

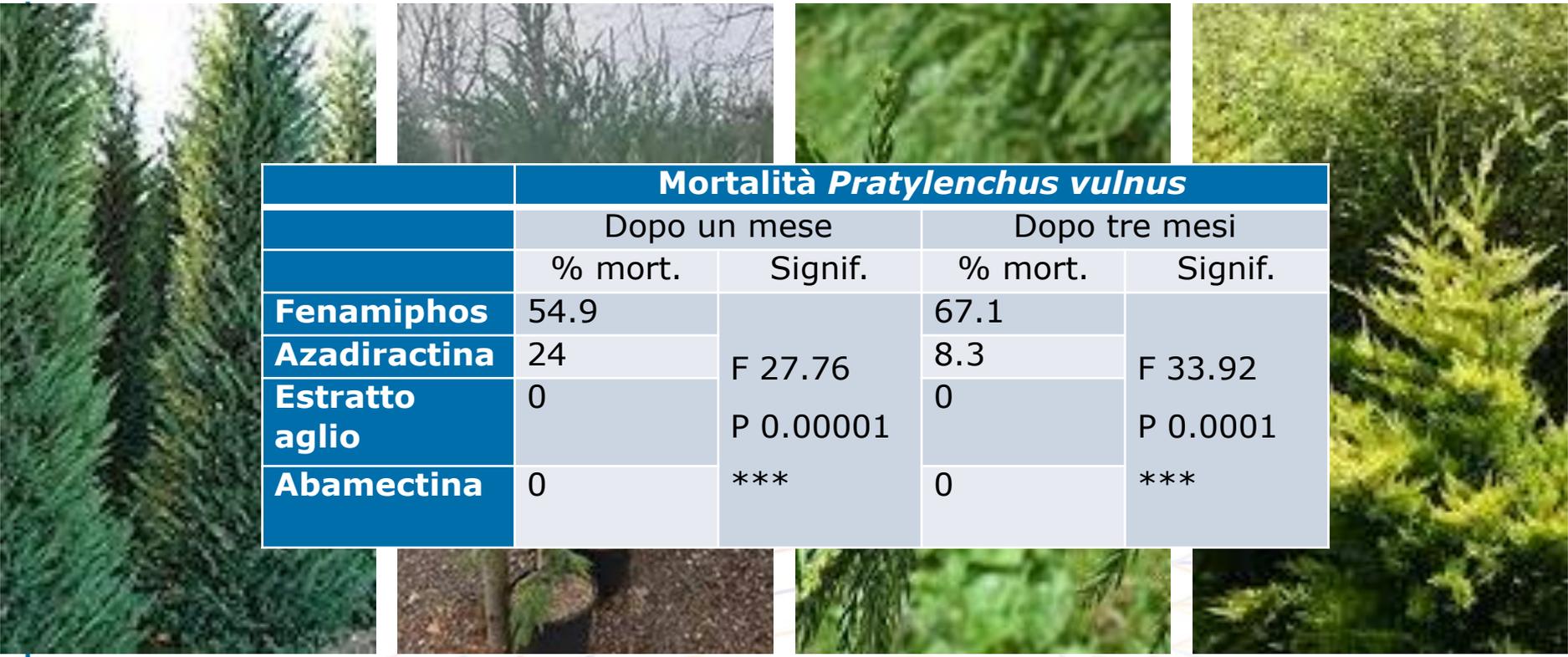
### **Nematodi fitoparassiti**



### **Nematodi liberi**

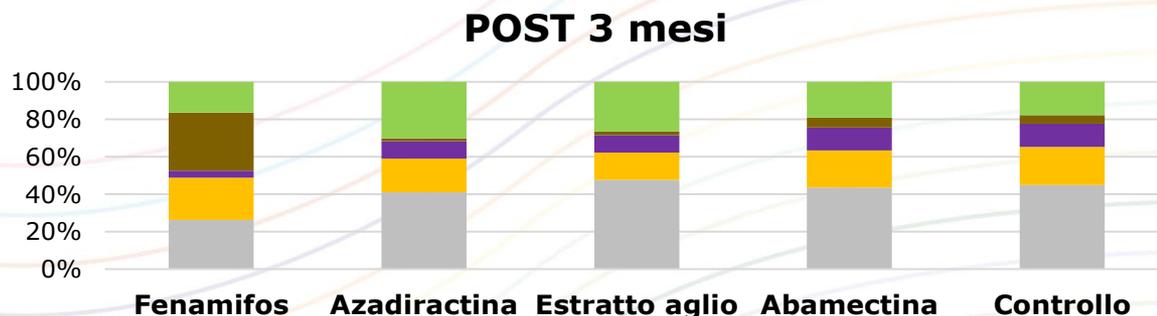
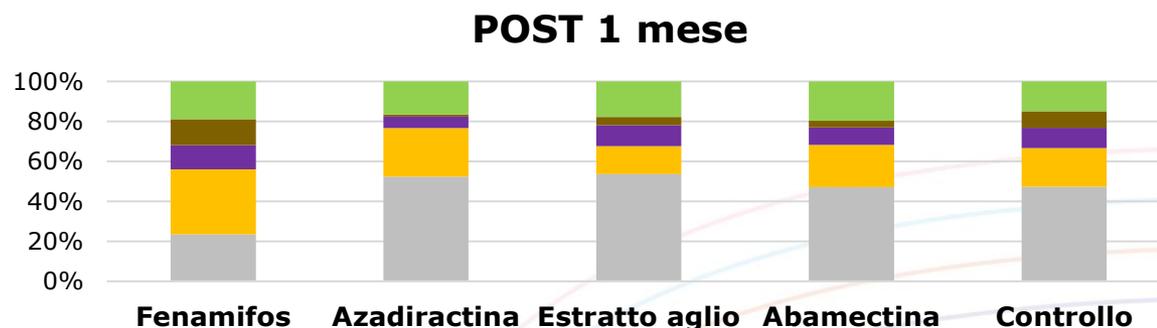
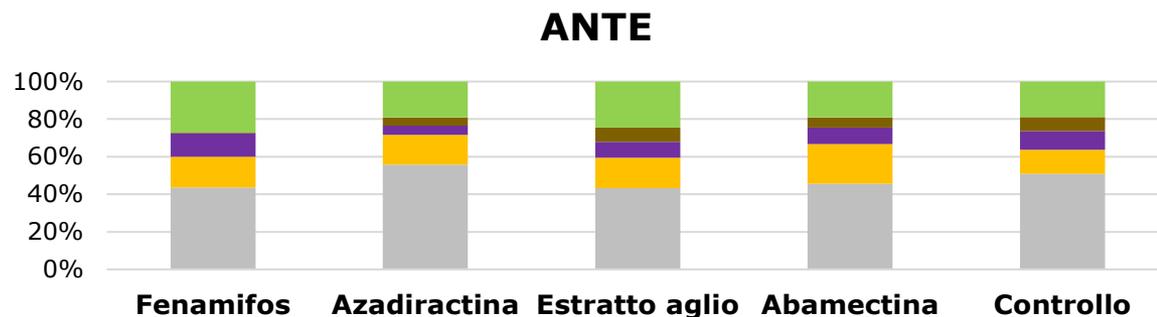


- La prova di difesa su piante di *C. leylandii* in contenitore ha evidenziato che, ad oggi, i prodotti di origine naturale presenti sul mercato sono poco efficaci nel contenere le popolazioni dei nematodi fitoparassiti. Solo azadiractina ha mostrato una parziale efficacia.
- Al contrario, fenamiphos ha mantenuto la sua efficacia fino a tre mesi dal trattamento mantenendo una riduzione dei nematodi fitoparassiti compresa tra il 50 e il 70%.
- Fenamiphos e, in misura minore, azadiractina hanno però avuto un impatto negativo sull'abbondanza dei nematodi liberi.



	<b>Mortalità <i>Pratylenchus vulnus</i></b>			
	Dopo un mese		Dopo tre mesi	
	% mort.	Signif.	% mort.	Signif.
<b>Fenamiphos</b>	54.9	F 27.76 P 0.00001 ***	67.1	F 33.92 P 0.0001 ***
<b>Azadiractina</b>	24		8.3	
<b>Estratto aglio</b>	0		0	
<b>Abamectina</b>	0		0	

- Solo azadiractina, tra i prodotti di origine naturale testati, ha mostrato una differenza statisticamente significativa con il testimone assicurando una mortalità del 24% dopo un mese dal primo trattamento che è scesa all'8,3% dopo tre mesi. I
- Il fenamiphos ha confermato la sua efficacia con una mortalità del 54% dopo un mese e del 67,1% al termine della prova.



■ Bacterial feeders ■ Fungal feeders ■ Omnivores ■ Predators ■ Plant parasitic nematodes

- Comunque, la struttura della comunità dei nematodi non ha subito grosse variazioni fatta eccezione per le tesi trattate con fenamiphos dove si è registrato una forte diminuzione di nematodi batteriofagi

### LINEE GUIDA PER IL MONITORAGGIO

- Il monitoraggio di terricci e di suoli ha permesso di stabilire che la fase di coltivazione su suolo è la più esposta all'infestazione da nematodi fitoparassiti.
- E' necessario monitorare sempre il suolo prima dell'impianto.
- E' necessario monitorare sempre le piante in ingresso per prevenire l'introduzione in vivaio di nematodi fitoparassiti contenuti nell'allegato IV del Reg. (UE) 2072/2019.



### LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DEI NEMATODI FITOPARASSITI

- Il controllo dei nematodi fitoparassiti in vaso da piante provenienti da zolla rimane molto critica, solo azadiractina ad oggi sembra offrire le migliori prospettive.
- In caso di forte infestazione, potrebbe essere opportuno utilizzare la pratica consolidata della biofumigazione con brassicacee (sovescio o interramento delle loro farine).